

⑤

Int. Cl. 2:

13 328 27-00  
C 08 J 3-00

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DT 24 36 186 A1

⑪

# Offenlegungsschrift 24 36 186

⑫

Aktenzeichen:

P 24 36 186.2-43

⑬

Anmeldetag:

26. 7. 74

⑭

Offenlegungstag:

6. 3. 75

⑳

Unionspriorität:

⑳ ㉑ ㉒

27. 7. 73 Japan 48-84169

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von Kunststoffschichtüberzügen

⑦①

Anmelder:

Kansai Paint Co., Ltd., Amagasaki, Hyogo (Japan)

⑦④

Vertreter:

Fleuchaus, L., Dipl.-Ing.; Leyh, H., Dr.-Ing.; Rathmann, E., Dipl.-Ing.;  
Pat.-Anwälte, 8000 München u. 6380 Bad Homburg

⑦②

Erfinder:

Iwase, Seigo; Isozaki, Osamu; Iwasawa, Naozumi; Watanabe, Tadashi;  
Hiratsuka, Kanagawa (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

*vgl. Ber. - L. 20/75*

DT 24 36 186 A1

PATENTANWÄLTE  
DIPL.-ING. LEO FLEUCHAUS  
DR.-ING. HANS LEYH  
Dipl.-Ing. Ernst Rathmann

2436186

München 71, den 25. Juli 1974  
Melchiorstr. 42

Unser Zeichen: AK6P-1198

Kansai Paint Co., Ltd.  
365 Kanzaki, Amagasaki-shi,  
Hyogo-ken, Japan

---

### Verfahren zur Herstellung von Kunststoffschichtüberzügen

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtüberzugs aus einer pulvrigen sowie thermoplastischen Kunstharzkomposition auf Substraten.

Es ist bekannt, Substrate oder Artikel mit einem filmartigen Schichtüberzug aus einer Kunstharzkomposition zu versehen, in welche ein Härter und Pigmente sowie andere Zusätze eingearbeitet sind. Der Artikel bzw. das Substrat wird mit dieser pulvrigen Kunstharzkomposition in herkömmlicher Weise beschichtet, wobei z. B. elektrostatische Beschichtungsverfahren oder ein Fließbett-bzw. Wirbelschicht-Beschichtungsverfahren verwendet werden kann und der beschichtete Gegenstand einer Wärmebehandlung unterzogen wird, um die aufgetragene pulvrige Kunstharzkomposition zu verschmelzen und gleichzeitig auszuhärten. Dieses bekannte Verfahren

Fs/mü

hat

509810/0974

- d. -

hat gewisse Vorteile, da der Schichtüberzug frei von Lösungsmitteln ist und auch beim Aushärten keine Luftverschmutzung durch verdampfende Lösungsmittel entsteht. Da jedoch das Verschmelzen und Aushärten gleichzeitig während der Wärmebehandlung erfolgt, ist es nicht zu vermeiden, daß durch die gleichzeitige partielle Reaktion des Verschmelzens und Aushärtens im Schmelzzustand Blasen innerhalb des Schichtüberzugs durch Kondensationsreaktionen entstehen und durch das gleichzeitige Aushärten nicht mehr verfließen. Auf diese Weise ist es schwierig, eine geschlossene Oberfläche mit sehr guter Oberflächenerscheinung zu erhalten.

Ein weiteres bekanntes Verfahren zur Herstellung von Schichtüberzügen verwendet ionisierende Strahlung bzw. Ultraviolettstrahlung, um den auf das Substrat aufgetragenen Schichtüberzug auszuhärten. Dieser Schichtüberzug enthält ein Kunstharz mit polymerisierbaren ungesättigten Gruppen, um die Polymerisationsreaktion auszulösen und ein Aushärten zu ermöglichen. Die meisten Kunstharzkompositionen in Form von Farben, die bei diesem Beschichtungsverfahren verwendet werden, entstehen durch Auflösen der polymerisierbaren Doppelbindungen in polymerisierbare Monomere, wie z. B. Styrol und Methylmethacrylat. Wenn diese Kunstharzfarbkompositionen zur Herstellung von Schichtüberzügen verwendet werden, verdunstet das als Lösungsmittel verwendete Monomer während des Aushärtens unter der Einwirkung der ionisierenden Strahlung oder der ultravioletten Strahlung. Dieses Verfahren ist weniger erstrebenswert, nicht nur wegen der wirtschaftlichen Nachteile, die durch die Verdunstungsverluste entstehen, sondern auch weil die verdunstenden Monomere einen sehr aufdringlichen Geruch haben und eine Luftverschmutzung auslösen. Wenn Kunstharzkompositionen mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen durch Vernetzung unter Einwirkung einer ionisierenden Strahlung oder einer ultravioletten Strahlung ausgehärtet werden, ergibt sich häufig eine plötzliche Schrumpfung während des Vernetzungsvorganges. Diese Schrumpfung

- 3 -

löst Spannungen in der ausgehärteten Schicht aus, wodurch diese platzen kann oder einen nicht ausreichenden Schlagwiderstand hat, und führt ferner dazu, daß die Adhäsion des Schichtüberzuges auf dem Substrat sowie die Flexibilität des Schichtüberzuges verringert bzw. verschlechtert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtüberzuges auf einem Substrat aus einer Kunstharzkomposition zu schaffen, das die vorausstehend erwähnten Nachteile und Schwierigkeiten überwindet und die Herstellung von Schichtüberzügen zuläßt, die eine sehr gute Oberflächenerscheinung und sehr stabile mechanische Eigenschaften haben. Dabei soll insbesondere die Schlagfestigkeit, die Haftung am Substrat, die Flexibilität und Nachgiebigkeit des Schichtüberzuges sowie die chemische Widerstandsfähigkeit verbessert werden. Dabei soll das Verfahren unter Verwendung einer ionisierenden Strahlung oder einer ultravioletten Strahlung zur Aushärtung anwendbar sein, ohne daß dabei eine Luftverschmutzung entsteht oder lästige Geruchsbelästigungen ausgelöst werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kunstharzkomposition 0,5 bis 3,5 polymerisierbare ungesättigte Bindungen pro 1000 Molekulargewicht umfaßt und nach der Beschichtung des Substrats mit der pulvrigen Kunstharzkomposition durch Wärmebehandlung verschmolzen wird, und daß der verschmolzene Schichtüberzug unter Einwirkung von ionisierender Strahlung oder ultravioletter Strahlung ausgehärtet wird.

Weitere Merkmale und Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

Die Merkmale der Erfindung werden besonders vorteilhaft bei einem Verfahren verwirklicht, das zur Beschichtung eines Substrats bzw. eines Gegenstandes von einer pulvrigen thermoplastischen Kunstharzkomposition ausgeht, die vorzugsweise etwa 0,5 bis etwa 3,5 polymerisierbare unge-

-4-

sättigte Bindungen pro 1000 Molekulargewicht hat. Diese Kunstharzkomposition wird in herkömmlicher Weise auf den Gegenstand aufgebracht und durch Wärmebehandlung verschmolzen. Ein Aushärten des verschmolzenen Schichtüberzugs erfolgt unter Einwirkung von einer ionisierenden Strahlung oder einer ultravioletten Strahlung.

Die Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Ansprüchen.

Es ist unerlässlich, daß die pulvrige Kunstharzkomposition, die zur Herstellung eines Schichtüberzugs mit Hilfe des Verfahrens gemäß der Erfindung verwendet wird, als Hauptkunstharzkomponente ein thermoplastisches Kunstharz enthält, das 0,5 bis 3,5 polymerisierbare ungesättigte Bindungen pro 1000 Molekulargewicht hat. Wenn ein Kunstharz mit weniger als 0,5 ungesättigten Bindungen pro 1000 Molekulargewicht verwendet wird, hat die Ausgangskunstharzkomposition sehr schlechte Vernetzungseigenschaften und damit ergeben sich schlechte physikalische Eigenschaften für den ausgehärteten Schichtüberzug. Wenn die Anzahl der ungesättigten Bindungen über 3,5 pro 1000 Molekulargewicht liegt, ergeben sich gute Vernetzungseigenschaften für die Ausgangskunstharzkomposition, jedoch eine verschlechterte Adhäsion zum Trägermaterial sowie eine Verschlechterung des Schlagwiderstandes und der Flexibilität für den ausgehärteten Schichtüberzug. Es wird ferner ein Kunstharz bevorzugt, das bei Raumtemperatur fest ist und bei Temperaturen zwischen etwa 50°C und 200°C und insbesondere zwischen etwa 60°C und 120°C schmilzt. Es ist ohne weiteres möglich, die Schmelztemperaturen des Kunstharzes durch Zugabe von geeigneten Weichmachern zu erniedrigen, wenn dies wünschenswert bzw. notwendig ist.

Zur Verwirklichung der Erfindung kann jegliches thermoplastisches Kunstharz verwendet werden, das die vorausstehend erwähnten Eigenschaften be-

## - 5 -

zöglich der Anzahl der polymerisierbaren ungesättigten Bindungen erfüllt. Die nachfolgenden Kunstharze können vorzugsweise für die Verwirklichung der Erfindung Verwendung finden:

1. Vinylpolymere und Acrylpolymere mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen an Seitenketten;
2. Polyester und Polyäther mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen an Seitenketten oder an den Endpositionen;
3. Ungesättigte Polyester, welche unter Verwendung von ungesättigten mehrbasischen Säuren synthetisiert sind;
4. Ungesättigte Epoxyester, welche aus einer ungesättigten Säure und einem Epoxyharz synthetisiert sind;
5. Polyurethan, welches unter Verwendung einer ungesättigten Säure oder eines ungesättigten Alkohols als eine Komponente synthetisiert ist;
6. Melaminkunstharze mit eingeführten ungesättigten Bindungen;
7. Ölmodifizierte ungesättigte Alkydharze und ölmodifizierte ungesättigte Aminoalkydharze;
8. Siliconkunstharze mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen.

Eines der zuvor genannten thermoplastischen Kunstharze wird mit einem Weichmacher, einem Pigment, einem Füller und anderen Zusätzen, wenn nötig, vermischt und die sich ergebende Zusammensetzung mit herkömmlichen Verfahren, z. B. durch Warmdispersieren oder Sprühtrocknen, fein zerteilt. Dadurch ergibt sich die pulvrige

Kunsthartzkomposition, die für die vorliegende Erfindung Verwendung findet. Wenn die Teilchengröße der pulvrigen Kunsthartzkomposition zu groß ist, ist eine gute Kontaktgabe kaum unter den einzelnen Teilchen zu erzielen und es wird schwierig, einheitlich geschlossene Schichtüberzüge durch Heißschmelzen der Komposition zu erhalten. Daher ist es von Vorteil, die geeignete Teilchengröße auszusuchen, wobei natürlich die günstigste Teilchengröße in Abhängigkeit von dem für das Beschichten verwendete Verfahren variabel sein kann. So ist es z. B. wünschenswert, daß die Teilchengröße kleiner als  $150 \mu\text{m}$  ist, wenn ein Fließbett- bzw. ein Wirbelschicht-Beschichtungsverfahren Verwendung findet. Bei einem elektrostatischen Beschichtungsverfahren ist die Teilchengröße vorzugsweise kleiner als  $100 \mu\text{m}$ .

Die in der erwähnten Weise hergestellte pulvrige sowie thermoplastische Kunsthartzkomposition wird auf den zu beschichtenden Artikel aufgebracht, wobei hierfür herkömmliche Beschichtungsverfahren Verwendung finden können. Dabei kann es sich um ein Fließbett- bzw. Wirbelschicht-Beschichtungsverfahren, ein elektrostatisches Wirbelschicht-Beschichtungsverfahren, ein elektrostatisches Beschichtungsverfahren, ein elektrophoretisches Auftragungsverfahren für pulvrige Materialien sowie um ein Flamm-spritzverfahren handeln. Anschließend wird die aufgetragene Schicht aus der Kunsthartzkomposition durch Erhitzen auf die Unterlage bei Temperaturen zwischen etwa  $50^{\circ}\text{C}$  bis etwa  $200^{\circ}\text{C}$  aufgeschmolzen, wobei vorzugsweise die Temperaturen zwischen  $60^{\circ}\text{C}$  und etwa  $120^{\circ}\text{C}$  liegen. Die aufgeschmolzene Schicht wird anschließend unter der Einwirkung einer ionisierenden Strahlung oder einer Ultraviolettbestrahlung ausgehärtet. Diese Bestrahlung erfolgt vorzugsweise zu einem Zeitpunkt, in dem sich das Kunstharz noch im geschmolzenen Zustand befindet. Auf diese Weise wird die beabsichtigte Beschichtung auf dem zu beschichtenden Gegenstand bzw. dem Substrat angebracht.

- 7 -

Für den Fall, daß die Aushärtungsreaktion durch Vernetzen durch die Einwirkung einer ionisierenden Strahlung erfolgt, wird vorzugsweise ein Elektronenstrahl mit etwa 5 M rad bis etwa 15 M rad in Dosen von etwa 0,5 M rad bis etwa 15 M rad pro Sekunde zugeführt, wobei ein Elektronenbeschleuniger mit einer Beschleunigungsspannung von etwa 0,1 bis etwa 2,0 MeV Verwendung findet. Wenn die Vernetzung zum Aushärten durch Einwirken von ultraviolettem Licht bewirkt wird, wird vorzugsweise 0,1 Gewichtsprozent bis 0,5 Gewichtsprozent eines Photopolymerisationsauslösers vom Benzointyp der pulvrigen sowie thermoplastischen Kunstharzkomposition beigelegt, wobei es sich beispielsweise um ein Benzoin und Benzoinalkyläther in Form von beispielsweise Benzoinmethyläther, Benzoinäthyläther und Benzoinisopropyläther handeln kann. Die ultraviolette Strahlung wird mit einer Wellenlänge von etwa 2000 Å bis etwa 8000 Å und vorzugsweise mit etwa 3000 Å bis etwa 5000 Å vorgesehen.

Mit Hilfe der Erfindung kann ein Schichtüberzug auf unterschiedlichsten Substraten aufgebracht werden. So können z. B. verschiedene Metalle wie Eisen, Aluminium oder dergl., aber auch Holz, Kunststoff, Asbest oder Glas und ähnliche Materialien mit dem thermoplastischen Kunstharzüberzug versehen werden.

Das Beschichtungsverfahren gemäß der Erfindung hat gegenüber den herkömmlichen Beschichtungsverfahren unter Verwendung vonorganischen Lösungsmitteln wesentliche Vorteile, da ein organisches Lösungsmittel nicht in der Lage ist, einen geschlossenen Überzug oder Film herzustellen bzw. keine flüchtigen Vinylmonomere benötigt werden. Die Erfindung führt zu einem vollständig festen Überzug, der frei von flüchtigen Komponenten ist und auch keinerlei Probleme bezüglich der Umwelt-beeinträchtigung auslöst. Das Verfahren gemäß der Erfindung ist ökonomisch sehr vorteilhaft gegenüber den herkömmlichen Verfahren, da keine Lösungsmittel und keine Monomere benötigt werden, die durch Verdunsten verloren gehen.



-8-

Auch im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren, die Kunstharzkompositionen unter Einschluß von Pripolymeren und Vinylmonomeren verwenden und durch eine ionisierende Strahlung oder eine Ultraviolettstrahlung ausgehärtet werden, zeigt das Verfahren gemäß der Erfindung Vorteile, da einerseits keine Verdunstung von polymerisierbaren Monomeren Verluste bringt und <sup>andererseits, wenn</sup> da der Überzug durch Vernetzungsreaktionen der polymerisierbaren ungesättigten Bindungen aushärtet, keine plötzlichen Schrumpfungen während der Bestrahlung zum Aushärten auftreten. Damit erhält man einen sehr guten Schichtüberzug mit einer hervorragenden Härte und Schlagfestigkeit sowie einer guten Adhäsion mit der Unterlage und hoher chemischer Widerstandsfähigkeit.

Als weiterer überraschender Effekt ergibt sich durch die Verwendung der pulvrigen Kunstharzkomposition in Verbindung mit dem Beschichtungsverfahren gemäß der Erfindung keine Blasenbildung während der Wärmebehandlung und ferner ein Auslaufen der nicht bedeckten Stellen während der Wärmebehandlung, so daß der Schichtüberzug eine sehr gute geschlossene Oberfläche hat.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einzelner Beispiele noch weiter erläutert:

#### Beispiel 1

Eine Flasche mit einem Rührflügel, einem Thermometer und einem Kondensator wird mit drei Mol Tolylen-diisocyanat (in einer Zusammensetzung im Verhältnis 80/20 aus 2,4-Tolylen-diisocyanat/2,6-Tolylen-diisocyanat) und 3 Mol 2-Hydroxyäthyl-methacrylat gefüllt und unter Rühren bei 60°C für zwei Stunden reagieren lassen. Dann wird 1 Mol Trimethylolpropan hinzugefügt und das Gemisch für weitere drei Stunden bei 80°C reagieren lassen. Man erhält einen thermoplastischen Kunststoff mit 2,9 polymerisierbaren ungesättigten Bindungen pro 1000 Molekulargewicht und

- 9 -

· einem Schmelzpunkt von etwa 65°C.

Dieses Kunstharz wird fein verteilt und ausgesiebt unter Verwendung eines 100 Maschen-Siebes mit einer maximalen Teilchengröße von etwa 100  $\mu$ m. Das dadurch erhaltene Pulver wird zur Beschichtung einer Eisenplatte verwendet und bei einer Temperatur zwischen etwa 110°C bis etwa 120°C unter Anwendung eines Wirbelschicht-Beschichtungsverfahrens verschmolzen. Der dabei sich ausbildende Überzug hat eine Dicke von etwa 150  $\mu$ m und wird anschließend mit einer ionisierenden Strahlung bestrahlt. Dabei wird eine Beschleunigungsspannung von 250 kV, eine Stromdichte von 45 mA und eine Strahlendosis von 5 M rad verwendet. Der dabei entstandene Überzug hat eine außerordentlich gute Oberfläche mit einem vorzüglichen optischen Erscheinen.

#### Beispiel 2

In den feinverteilten Kunststoff, wie man ihn anhand des Beispiels 1 erhält, werden 2 Gewichtsprocente Benzoin-äthyläther als Photopolymerisationsauslöser eingearbeitet, wobei dieser Photopolymerisationsauslöser gleichmäßig bei einer Temperatur von 80°C in dem Gemisch verteilt wird. Daran anschließend wird genau wie beim Beispiel 1 das Kunstharzgemisch pulverisiert und auf eine Eisenplatte aufgeschmolzen. Zur Bestrahlung mit Ultraviolettlicht wird eine Hochdruckquecksilberdampflampe mit 4 kW verwendet, die in einer Entfernung von etwa 30 cm von der Schicht angebracht ist. Nach einer Bestrahlung von etwa 10 Sekunden ergibt sich eine ausgehärtete Beschichtung mit sehr guter Oberflächenerscheinung.

#### Beispiel 3

In eine Flasche mit einem Rührflügel, einem Thermometer und einem Kondensator sowie einer Zuführung für Stickstoff werden 3,8 Mol Isophthalsäure, 1,2 Mol Adipinsäure, 4,0 Mol Neopentylglykol und 50 cm<sup>3</sup>

Xylol gegeben und die Mischung unter Rühren auf etwa 200 °C bis etwa 210 °C unter gleichzeitigem Einführen von Stickstoff erhitzt. Das bei der Veresterung entstehende Wasser wird azeotropisch destilliert, wobei Xylol zurückfließt. 100 Teile des in dieser Weise gebildeten Polyesters mit einem Säurewert von 139 werden mit 25 Teilen Glycid-methacrylat, 0,5 Teilen Tetraäthyl-amoniumbromid und 0,06 Teilen Hydrochinon vereinigt, wobei die Reaktion bei etwa 100 °C etwa 3 Stunden abläuft und ein thermoplastisches Kunstharz entsteht mit 1,4 ungesättigten Bindungen pro 1000 Molekulargewicht. Das Molekulargewicht dieses Kunstharzes beträgt 1450.

Das erhaltene Kunstharz wird grob pulverisiert und Titanoxyd mit 50 Teilen pro 100 Teile Kunstharz hinzugegeben und bei etwa 100 °C gleichmäßig wärmedispersiert, so daß man ein Kunstharz in einer homogenen Mischung erhält. Diese Kunstharzmischung wird fein verteilt und ausgesiebt, wobei ein 300 Maschen-Sieb Verwendung findet, so daß die maximale Teilchengröße etwa 50 µm beträgt. Die pulvrige Kunstharzkomposition wird auf eine Eisenplatte im Wirbelschicht-Beschichtungsverfahren aufgebracht, so daß man einen gleichmäßigen Überzug mit einer Dicke von etwa 50 µm erhält. Dieser Überzug wird bei etwa 100 °C während einer Minute verschmolzen und anschließend das verschmolzene Kunstharz einer ionisierenden Strahlung in der in Fig. 1 beschriebenen Weise ausgesetzt. Der ausgehärtete Schichtüberzug hat sehr gute Eigenschaften und eine gute Oberflächenerscheinung.

#### Beispiel 4

In eine Flasche mit einem Rührflügel, einem Thermometer, einem Kondensator und einer Zuführung für Stickstoff werden 55 Teile Styrol, 30 Teile Äthylacrylat, 15 Teile Glycidmethacrylat, 2 Teile Azobisisobuttersäurenitril und 100 Teile Xylol gegeben und die Mischung unter Zuführung von Stickstoff auf etwa 100 °C bis etwa 110 °C erhitzt, um eine Polymerisations-

- 11 -

reaktion auszulösen. Anschließend werden acht Teile Acrylsäure, 0,4 Teile Tetramethyl-ammoniumbromid und 0,05 Teile Hydrochinon zu dem Reaktionsgemisch gegeben und die Reaktion für weitere drei Stunden bei etwa  $100^{\circ}\text{C}$  ablaufen lassen. Dadurch erhält man ein thermoplastisches Kunstharz mit einem Molekulargewicht von etwa 10 000, einer Glas-Umwandlungstemperatur von etwa  $50^{\circ}\text{C}$  und etwa 0,9 ungesättigten Bindungen pro 1000 mittleres Molekulargewicht.

Dieses Kunstharz wird grob pulverisiert und Titanoxyd hinzugegeben, und zwar 50 Teile Titanoxyd auf 100 Teile Kunstharz. Die sich ergebende Kunstharzkomposition mit einer maximalen Teilchengröße von etwa  $50\text{ }\mu\text{m}$  wird aus dem Gemisch durch ein Sprühtrocknungsverfahren gewonnen. Die Kunstharzkomposition wird in derselben Weise wie beim Beispiel 3 auf das Substrat aufgeschmolzen und ausgehärtet. Der sich ergebende Überzug hat eine sehr gute Oberflächenerscheinung.

Die in der vorstehenden Beschreibung verwendete Bezeichnung pro 1000 Molekulargewicht ist im Sinne von pro 1000 Einheiten des Molekulargewichtes zu verstehen.

- 10 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Schichtüberzügen aus einer pulvrigen und thermoplastischen Kunstharzkomposition auf einem Substrat, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunstharzkomposition 0,5 bis 3,5 polymerisierbare ungesättigte Bindungen pro 1000 Molekulargewicht umfaßt und nach der Beschichtung des Substrats mit der pulvrigen Kunstharzkomposition durch Wärmebehandlung verschmolzen wird, und daß der verschmolzene Schichtüberzug unter Einwirkung von ionisierender Strahlung oder ultravioletter Strahlung ausgehärtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunstharzkomposition mit etwa 0,5 bis etwa 3,5 polymerisierbaren ungesättigten Bindungen pro 1000 Molekulargewicht verwendet wird, die eine Schmelztemperatur von etwa 50°C bis etwa 200°C hat.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die thermoplastische Kunstharzkomposition bei einer Temperatur von etwa 60°C bis etwa 120°C verschmolzen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die thermoplastische Kunstharzkomposition aus etwa 0,3 bis etwa 3,5 polymerisierbaren ungesättigten Bindungen pro 1000 Molekulargewicht aus einer der nachfolgenden Gruppen ausgewählt wird:
  - a) Vinylpolymere und Acrylpolymere mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen an Seitenketten;

- b) Polyester und Polyäther mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen an Seitenketten und Endgruppen;
- c) ungesättigte Polyester, die aus einer ungesättigten mehrbasischen Säure als Hauptkomponente durch Synthetisieren hergestellt sind;
- d) ungesättigte Epoxyester, die aus einer ungesättigten Säure und einem Epoxyharz synthetisiert sind;
- e) Polyurethane, die aus einer ungesättigten Säure oder einem ungesättigten Alkohol als eine Komponente durch Synthetisieren hergestellt sind ;
- f) Melaminharze mit eingeführten ungesättigten Bindungen;
- g) ölmodifizierte ungesättigte Alkydharze;
- h) ölmodifizierte ungesättigte Aminoalkydhharze ;
- i) und siliconmodifizierte Kunstharze mit polymerisierbaren ungesättigten Bindungen.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die pulvrige thermoplastische Kunstharzkomposition aus Teilchen mit einer Größe von weniger als 150  $\mu$ m besteht, und daß die pulvrige Kunstharzkomposition auf das Substrat durch ein Wirbelschicht- bzw. Fließbett-Beschichtungsverfahren aufgetragen wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die pulvrige und thermoplastische Kunstharzkomposition eine Teilchengröße kleiner als 100  $\mu$ m hat, und daß die pulvrige Kunstharzkomposition auf das Substrat durch ein elektrostatisches Beschichtungsverfahren aufgetragen wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der pulvrigen thermoplastischen Kunstharzkomposition ein Weichmacher beigegeben wird, um den Schmelzpunkt zu erniedrigen.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die pulvrige thermoplastische Kunstharzkomposition auf dem Substrat bei einer Temperatur zwischen etwa 50°C und etwa 200°C verschmolzen wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die pulvrige thermoplastische Kunstharzkomposition auf dem Substrat bei Temperaturen von etwa 60°C bis etwa 120°C verschmolzen wird.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schichtüberzug mit einem Elektronenstrahl als ionisierende Strahlung beaufschlagt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein Elektronenstrahl mit 5M rad bis 15M rad die thermoplastische Kunstharzkomposition auf dem Substrat bestrahlt, wobei eine Dosis von 0,5 M rad bis 15 M rad pro Sekunde unter Verwendung eines Elektronenbeschleunigers mit einer Beschleunigungsspannung von etwa 0,1 MeV bis etwa 2,0 MeV zur Einwirkung gebracht wird.

-15.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der pulvrigen thermoplastischen Kunstharzkomposition etwa 0,1 Gewichtsprozent bis etwa 5 Gewichtsprozent eines Photopolymerisationsauslösers beigegeben wird, und daß der Schichtüberzug auf dem Substrat aus der thermoplastischen Kunstharzkomposition einer ultravioletten Strahlung mit einer Wellenlänge von etwa 2000 Å bis etwa 8000 Å ausgesetzt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellenlänge der ultravioletten Strahlung zwischen etwa 3000 Å und etwa 5000 Å liegt.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Photopolymerisationsauslöser aus der Gruppe folgender Substanzen ausgewählt ist:
- a) Benzoin
  - b) Benzoinmethylläther
  - c) Benzoinäthyläther
  - d) und Benzoinisopropyläther.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der pulvrigen thermoplastischen Kunstharzkomposition ein Pigment beigemischt wird.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der pulvrigen thermoplastischen Kunstharzkomposition ein Füllstoff beigemischt wird.

- . - . - . - . - . -

509810/0974